



ANALISA LENDUTAN TERHADAP STABILITAS STRUKTUR RANGKA ATAP GEDUNG KANTOR PADA KAWASAN X MAKASSAR

STABILITY ANALYSIS OF AN OFFICE BUILDING'S ROOF STRUCTURE IN AREA X MAKASSAR FOR DEFLECTION

Yuda Adi Surya¹, Fadhil Muhammad Nuryanto², Ekodjati Tunggulgeni³

^{1,2,3}Universitas Pertahanan Republik Indonesia, Kawasan Indonesia Peace and Security Center (IPSC) Sentul, Sukahati,
Kec. Citeureup, Bogor, Jawa Barat, 16810, Indonesia

Email: adisuryayuda4@gmail.com

Received: 05 Maret 2025 Revised: 10 April 2025 Accepted: 03 Mei 2025

ABSTRAK

Rangka atap merupakan elemen struktural penting dalam menjaga kestabilan bangunan, namun lendutan berlebihan pada rangka atap dapat mengurangi kestabilan struktur dan berpotensi menimbulkan kerusakan serius. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi efektivitas penambahan pilar sebagai strategi mitigasi lendutan pada rangka atap. Penelitian dilakukan melalui pendekatan eksperimental dan simulasi menggunakan perangkat lunak SAP 2000 di Makassar. Data dianalisis untuk mengevaluasi karakteristik lendutan pada berbagai kondisi beban dan tipe material yang digunakan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa lendutan pada struktur eksisting mencapai 13,347 cm, melebihi batas aman 4 cm. Setelah dilakukan redesign dengan penambahan rangka baja vertikal dan diagonal, lendutan berhasil dikurangi menjadi 2,3764 cm, memenuhi batas aman lendutan yang ditentukan. Penambahan pilar berupa besi hollow silinder (CHS) efektif meningkatkan stabilitas struktur atap. Penelitian ini memberikan kontribusi penting dalam pengembangan desain dan pemilihan material yang tepat untuk mengurangi lendutan berlebih, serta memberikan bukti ilmiah tentang efektivitas penambahan pilar dalam meningkatkan kekuatan struktur rangka atap.

Kata kunci: Analisis Struktur, Lendutan, Rangka Atap

ABSTRACT

The roof frame is a crucial structural element that plays a key role in maintaining the stability of a building. Excessive deflection in the roof frame can compromise the stability of the structure and potentially cause serious damage to other building elements. This study aims to evaluate the effectiveness of adding pillars as a mitigation strategy to address excessive deflection in roof frames. The research was conducted through experimental approaches and simulations using the SAP 2000 software in Makassar. Data was analyzed to evaluate deflection characteristics under various load conditions and material types. The results showed that the deflection in the existing structure reached 13.347 cm, exceeding the allowable limit of 4 cm. After redesigning the structure with the addition of vertical and diagonal steel frames, the deflection was reduced to 2.3764 cm, meeting the required deflection limit. The addition of cylindrical hollow steel sections (CHS) proved effective in improving the structural stability of the roof frame. This study contributes significantly to the development of design practices and material selection to reduce excessive deflection, and provides scientific evidence of the effectiveness of pillar addition in enhancing the strength of roof frame structures.

Keywords: Deflection, Roof Frame, Structural Analysis

PENDAHULUAN

Atap adalah salah satu elemen penting dalam sebuah gedung yang berfungsi melindungi dari panas dan hujan (Darmiyanti dkk., 2022). Atap dapat dianggap berkualitas jika strukturnya kuat dan tahan lama. Keberadaan atap pada sebuah bangunan diharapkan dapat mengatur suhu dan menjaga kenyamanan di dalam ruangan. Atap dak beton adalah atap yang konstruksinya mirip dengan plat lantai, terbuat dari coran beton. Karena berbahan beton, atap ini kuat, kokoh, dan dapat digunakan sebagai tempat untuk beraktivitas (Ginting dan Novrial, 2022).

Rangka atap berfungsi menahan beban dari bahan penutup atap sehingga umumnya berupa susunan balok - balok (dari kayu/bambu/baja) secara vertikal dan horizontal, kecuali pada struktur atap dak beton (Mulyadi dkk., 2020). Rangka atap berfungsi untuk menampung beban dari bahan penutup atap, biasanya terdiri dari susunan balok (dari baja, kayu, atau bambu) yang diletakkan secara vertikal dan horizontal, kecuali pada struktur atap dak beton (Rumbyarso, 2022).

Beton adalah salah satu material yang digunakan dalam konstruksi bangunan, terdiri dari campuran semen, agregat kasar, agregat halus, dan air, serta bahan tambahan jika diperlukan, dengan proporsi tertentu. Pada awalnya, campuran ini bersifat plastis dan kemudian akan mengeras seiring waktu. (Firmansyah dkk., 2022). Beton bertulang adalah campuran antara beton dan tulangan baja, yang bekerja bersama-sama untuk memikul beban yang ada (Sary dan Jaya, 2021).

Kolom adalah bagian dari struktur bangunan yang memiliki tugas utama untuk menanggung beban aksial tekan vertikal (P_n) dan momen nominal (M_n) dalam sebuah bangunan (Marcellino dkk., 2024). Dalam struktur bangunan atas, kolom memiliki peran penting dalam menjaga integritas bangunan. Jika kolom mengalami

kegagalan, hal itu dapat mengakibatkan keruntuhan seluruh struktur.

Balok merupakan elemen struktur penting yang menahan beban secara horizontal. Balok di dalam struktur berfungsi untuk menahan beban-beban seperti pelat lantai, dinding, rangka atap, rangka plafon, dan lain sebagainya (Madani dkk., 2023). Balok adalah elemen struktur yang sangat krusial dalam sebuah bangunan. Umumnya, keruntuhan pada balok disebabkan oleh gaya geser, yang sering terjadi secara tiba-tiba karena sifat beton yang getas (Susilawati, 2023).

Beban mati adalah berat dari semua bagian tetap sebuah gedung, termasuk unsur tambahan, mesin, dan peralatan yang merupakan bagian yang tidak terpisahkan dari gedung tersebut (Octavia dan Roesdiana, 2022).

Beban hidup adalah semua beban yang timbul akibat penggunaan dan penghuni sebuah bangunan, termasuk beban pada lantai yang berasal dari barang-barang yang dapat dipindahkan serta beban yang disebabkan oleh air hujan di atap.

SAP 2000 adalah perangkat lunak yang digunakan untuk menganalisis dan merancang struktur bangunan, baik dalam bentuk struktur dua dimensi maupun tiga dimensi. Analisis struktur dapat dilakukan secara statis atau dinamis, dengan berbagai kombinasi pembebanan (Ritonga dan Irwan, 2023).

Penambahan pilar sebagai salah satu strategi mitigasi diharapkan dapat menjadi solusi efektif dalam mengatasi permasalahan lendutan berlebih. Evaluasi terhadap efektivitas penambahan pilar ini akan menjadi bagian penting dari penelitian guna memastikan rangka atap memiliki stabilitas yang optimal.

Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi positif pada dunia konstruksi, khususnya dalam memberikan panduan teknis bagi para

Analisa Lendutan Terhadap (Surya/hal. 99-105)

insinyur dalam mendesain rangka atap yang stabil dan aman. Selain itu, penelitian ini diharapkan mampu menyediakan informasi terkait pemilihan material yang tepat untuk mengurangi risiko lendutan berlebih, mendukung pengembangan standar konstruksi yang lebih baik dalam aspek stabilitas rangka atap, serta memberikan bukti ilmiah terkait efektivitas penambahan pilar dalam meningkatkan kekuatan struktur rangka atap.

Penelitian ini dilakukan di Makassar melalui pendekatan eksperimental dan simulasi menggunakan perangkat lunak analisis struktur. Data yang diperoleh kemudian dianalisis untuk mengevaluasi karakteristik lendutan pada berbagai kondisi beban dan tipe material yang digunakan. Selain itu, penelitian ini juga akan menguji penambahan pilar sebagai strategi mitigasi untuk meningkatkan stabilitas rangka atap yang memiliki frame dengan potensi kegagalan struktur.

Dengan pendekatan yang sistematis dan berbasis data, penelitian ini diharapkan dapat memberikan hasil yang akurat dan aplikatif bagi dunia konstruksi.

METODE

Metode yang digunakan pada penelitian ini menggunakan pengumpulan data melalui observasi terhadap obyek yang akan dianalisis, yaitu dengan melihat kondisi struktur atap bangunan. Selanjutnya, akan dilaksanakan pengolahan data dengan menggunakan bantuan perangkat lunak SAP 2000. Selanjutnya tahapan pada penelitian ini dijelaskan sebagai berikut:

1. Penentuan obyek penelitian, dimana obyek yang diteliti adalah rangka atap bangunan X.
2. Pengumpulan data sekunder
3. Analisis data menggunakan perangkat lunak SAP 2000
4. Pembahasan hasil analisis serta kesimpulannya.

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Syarat Lendutan yang Diizinkan

Berikut ini adalah batas lendutan maksimum yang diijinkan menurut SNI 03-1729-2002 tentang Tata Cara Perencanaan Struktur Baja Untuk Bangunan Gedung yang disajikan pada Tabel 1 berikut.

Tabel 1. Batas Lendutan Maksimum

Komponen Struktur	Beban Tetap	Beban Sementara
Balok pemikul dinding atau <i>finishing</i> yang getas	L/360	-
Balok biasa	L/240	-
Kolom dengan analisis orde pertama saja	H/500	h/200
Kolom dengan analisis orde kedua	H/300	h/200

Dari Tabel 1, maka didapatkan lendutan yang diijinkan yaitu:

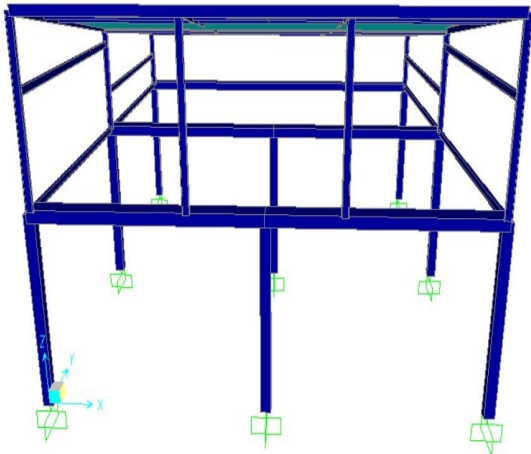
$$\frac{L}{360} = \frac{14,4}{360} = 0,040 \text{ meter} = 4 \text{ cm} \dots (1)$$

Hal ini menunjukkan bahwa lendutan yang diijinkan dalam struktur ini adalah tidak boleh lebih dari 4 cm.

2. Analisis Struktur

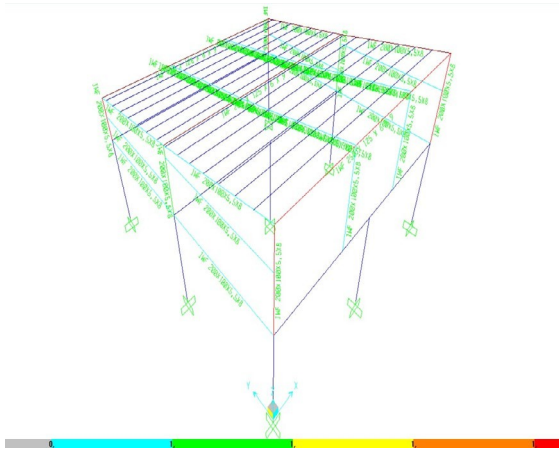
a. Pemodelan Struktur Eksisting

Pemodelan yang dilaksanakan untuk struktur atap bangunan X pada SAP 2000 yang sudah ada pada Gambar 1.



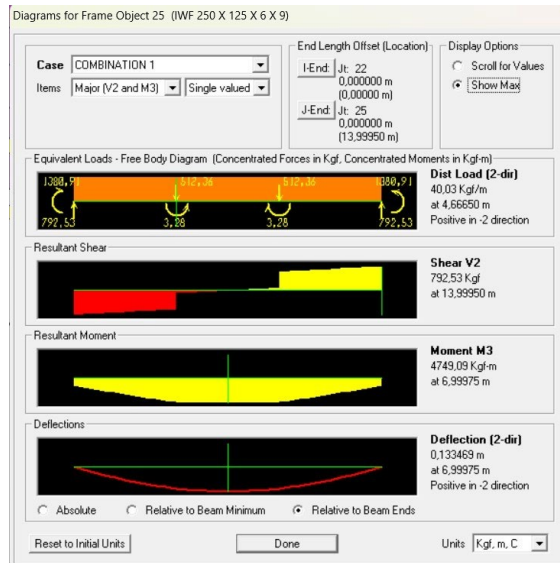
Gambar 1. Tampak Depan Struktur

Selanjutnya ditampilkan nilai UCR kombinasi pembebanan seperti yang ditampilkan pada Gambar 2.



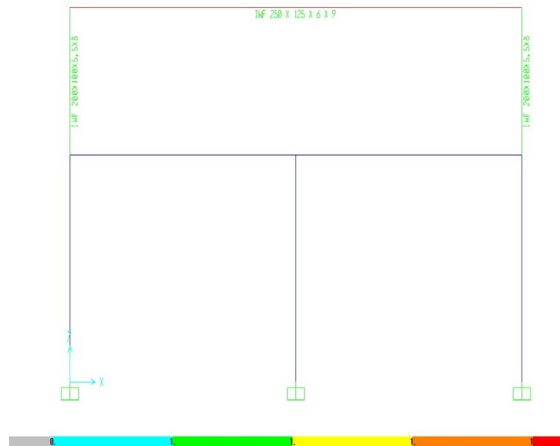
Gambar 2. Hasil UCR Kombinasi Pembebanan

Hasil lentutan kombinasi pembebanan ditunjukkan pada Gambar 3 berikut ini.



Gambar 3. Hasil Lentutan Kombinasi Pembebanan

Selanjutnya ditampilkan tampak depan dari desain *frame* yang mengalami lentutan seperti pada Gambar 4 berikut ini.



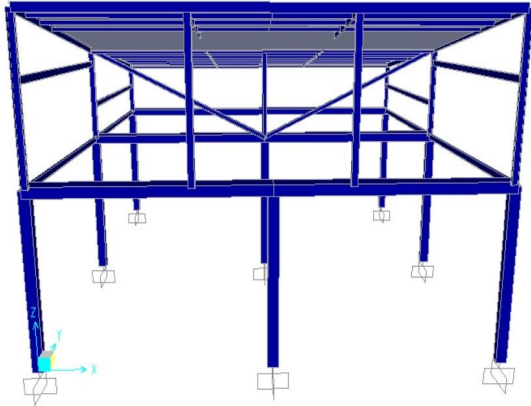
Gambar 4. Tampak Depan Desain *Frame* yang Mengalami Lentutan

Berdasarkan hasil analisis yang telah dilakukan, lentutan terjadi pada baja bagian tengah, yang terbukti melalui hasil UCR berwarna merah pada Gambar 4 di atas. Lentutan yang terjadi adalah sebesar 13,347 cm > 4 cm. Hal ini menunjukkan bahwa struktur ini tidak memenuhi persyaratan batas aman lentutan, sehingga harus diberikan tambahan perkuatan untuk menopang beban di atasnya agar tidak terjadi lentutan pada batang tersebut.

Analisa Lentutan Terhadap (Surya/hal. 99-105)

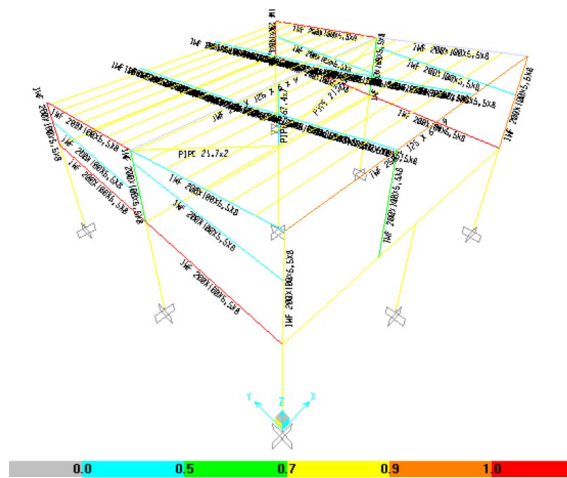
b. Pemodelan Struktur Redesain

Pemodelan yang dilaksanakan untuk struktur atap bangunan X pada SAP 2000 yang telah terjadi perubahan seperti berikut.



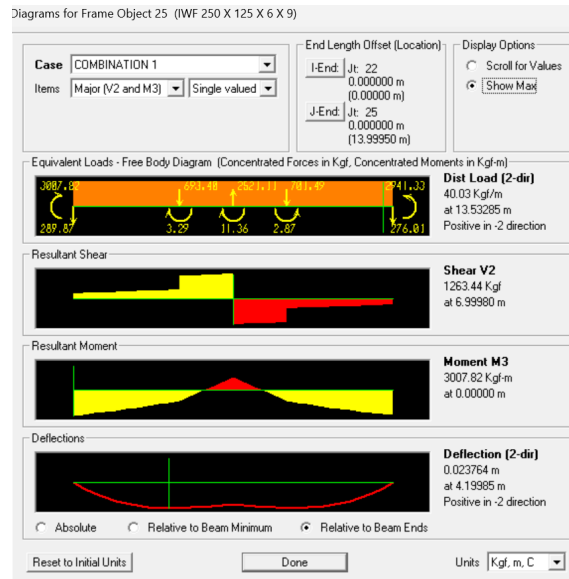
Gambar 5. Tampak Depan Struktur

Selanjutnya ditampilkan nilai UCR kombinasi pembebanan seperti pada Gambar 6 berikut ini.



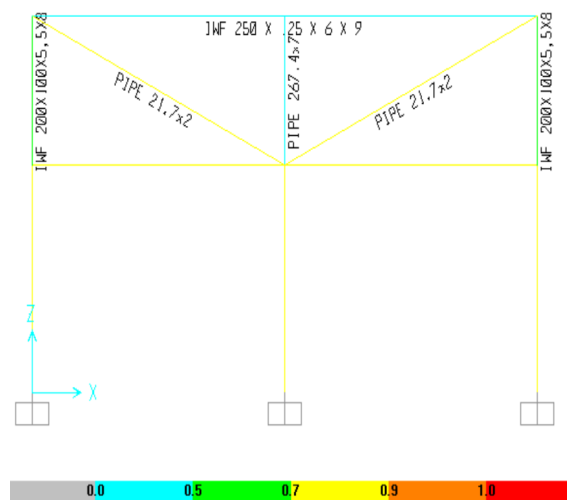
Gambar 6. Hasil UCR Kombinasi Pembebanan

Hasil lendutan kombinasi pembebanan ditampilkan pada Gambar 7 berikut ini.



Gambar 7. Hasil Lendutan Kombinasi Pembebanan

Selanjutnya ditampilkan tampak depan dari desain *frame* yang telah dilaksanakan perubahan sebagai berikut.



Gambar 8. Tampak Depan Desain *Frame* yang Telah Mengalami Perubahan

SIMPULAN

Kesimpulan dari penelitian ini yaitu menurut SNI 03-1729-2002 tentang Tata Cara Perencanaan Struktur Baja untuk Bangunan Gedung, lendutan yang diijinkan untuk struktur baja bagi gedung adalah tidak boleh lebih dari 4 cm. Lendutan awal yang terjadi sebelum adanya perubahan desain struktur adalah sebesar 13,347 cm > 4 cm.

Hal ini menunjukkan bahwa struktur ini tidak memenuhi persyaratan batas aman lendutan. Hal ini terbukti melalui hasil UCR berwarna merah ($UCR > 1$).

Penelitian ini direkomendasikan agar memberikan tambahan perkuatan untuk menopang beban di atasnya agar tidak terjadi lendutan pada batang tersebut. Jenis perkuatan yang digunakan adalah besi hollow silinder. Perubahan desain struktur pada konstruksi baja atap yang dilakukan yakni berupa penambahan rangka baja vertikal di bagian tengah dan diagonal di ujung kanan dan kiri pada balok yang mengalami lendutan.

Jenis pipa yang digunakan sebagai perkuatan yaitu CHS 267,4 x 7 pada bagian tengah, kemudian pada sisi diagonal menggunakan CHS 21,7 x 2. Setelah dilakukan perubahan desain struktur, diperoleh nilai lendutan sebesar 2,3764 cm < 4 cm. Artinya, struktur sudah memenuhi batas aman lendutan. Berdasarkan hasil analisis setelah perubahan desain struktur, diperoleh nilai $UCR < 1$, yang artinya bahwa struktur aman dan memenuhi persyaratan.

DAFTAR PUSTAKA

- Darmiyanti, L., Rodji, A. P., dan Mumtaz, A. (2022). Perencanaan Struktur Atap Profil Baja WF. *JOSCE: Journal of Sustainable Civil Engineering*, 4(2), 99–121.
- Firmansyah, A., Anisah, dan Handoyo, S. S. (2022). Pengaruh Penggunaan Abu Daun Bambu sebagai Pengganti Sebagian Semen terhadap Kuat Tekan Beton sebagai Pendukung Bahan Ajar Mata Kuliah Teknologi Beton. *Menara: Jurnal Teknik Sipil*, 17(1), 9–17.
- Ginting, S. G. B. dan Novrial. (2022). Pengaruh Material dan Bentuk Atap Terhadap Kenyamanan Termal dalam Bangunan Rumah Tinggal. *Talenta Conference Series: Energy & Engineering*, 5, 250–257.
- Madani, A. P. N. M., Abdi, F. N., dan Haryanto, B. (2023). Penerapan Balok Bertulangan Tunggal pada Ring Balk untuk Menekan Biaya Konstruksi (Studi Kasus: Pembangunan Gedung Kantor DENMA). *Jurnal Teknologi Sipil : Jurnal Ilmu Pengetahuan dan Teknologi*, 7(1), 1-7.
- Marcellino, M., Rahman, H. F. A., dan Aulia, M. D. (2024). Analisis Keamanan Lendutan Balok Akibat Perubahan Desain dengan Software SAP 2000. *CRANE: Civil Engineering Research Journal*, 5(2), 34–40.
- Mulyadi, R., Wijaya, S., dan Suwarjo. (2020). Analisa Struktur Rangka Atap Gedung Rektorat Universitas Muara Bungo (Rangka Kuda-Kuda Type Single Frame Beam). *Jurnal KOMPOSITS*, 1(1), 1–28.
- Octavia, D. D. dan Roesdiana, T. (2022). Perencanaan Struktur Hotel Beton Bertulang IV Lantai di Desa Linggasana–Kuningan. *Jurnal Konstruksi dan Infrastruktur*, 10(1), 35–50.
- Ritonga, L. dan Irwan, H. (2023). Perhitungan Struktur dengan Menggunakan SAP 2000 pada Proyek Pembangunan Klinik Building Medan. *Jurnal Inersia: Jurnal Ilmiah Teknik Sipil Politeknik Negeri Samarinda*, 15(2), 28–32.
- Rumbyarso, Y. P. A. (2022). Analisis Perkuatan Rangka Atap Baja pada Bangunan Gedung Heritage 1921 Menggunakan Software SAP 2000. *Jurnal Teknik Indonesia*, 1(1), 1–8.
- Sary, R. K. dan Jaya, M. A. (2021). Kajian Kerusakan Beton pada Atap Dak Rumah Tinggal. *Jurnal Arsir Universitas Muhammadiyah Palembang*, 5(2), 177–185.
- Susilawati, H. (2023). Perkuatan Geser Balok dengan Serpihan Besi untuk

Analisa Lendutan Terhadap (Surya/hal. 99-105)

Menghemat Tulangan dan Biaya di Era New Normal Setelah Pandemi COVID-19. *Potensi: Jurnal Proyek Teknik Sipil*, 6(1), 35-44.